ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AOUT 1924.

PRÉSIDENCE DE M. GUILLAUME BIGOURDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉORITES. — *Les fers météoriques du Sénégal et du Sahara.* Note [1] de M. A. LACROIX.

L'étude du fer de Chinguetti m'a conduit à chercher à réunir tout ce qui est connu sur les fers météoriques découverts au Sénégal et dans le Sahara ou dont la chute y a été directement observée.

D'après un renseignement que je dois à M. Henry Hubert, des masses de cette nature auraient été vues en Mauritanie, au sud-ouest de Chinguetti, à l'ouest du puits d'Aguilal Faye (200^{km} au nord-est de Boutilimit). Il n'en a pas été recueilli d'échantillons.

D'autre part, la chute d'un bloc de fer de $37^{kg},5$ a été observée le 15 juin 1900 à N'Goureyma, au nord de Koakourou, près de Djenné dans le Haut Niger [2], un peu en dehors de la région que je considère dans cette Note, mais cette chute est importante en ce qu'elle fixe, sans contestation possible, l'origine extra-terrestre de tous les fers dont il est question ici.

Dès le début de l'occupation française du Sénégal, à la fin du XVII^e siècle, les indigènes ont vendu aux traitants des blocs de fer naturel, très malléable, qu'ils utilisaient pour la fabrication d'objets domestiques ; des échantillons de ces blocs sont parvenus en Europe, dans le courant du siècle suivant. L'un deux, envoyé par la Compagnie des Indes à Rouelle,

---

(1) Séance du 4 août 1924.

(2) STANISLAS MEUNIER, *Comptes rendus*, t. 132, 1901, p. 441 ; et COHEN, *Mitteil. Naturwiss. Ver. Neu-Vorpommern...*, t. 33, 1901, p. 145.

membre de l'Académie royale des sciences, a été étudié par lui, et a été cité par maints auteurs, notamment par E. Bertrand [1], Valmont de Bomare [2] et Wallerius [3] qui, dans la deuxième édition de son *Systema mineralogicum*, en a fait le type du *fer vierge cubique*. Sage [4], Romé de l'Isle [5] et De la Métherie [6] se sont aussi occupés du fer du Sénégal, en citant comme référence les observations d'Adanson [7].

Tous les échantillons de fer du Sénégal qui se trouvent actuellement dans les collections de météorites paraissent dater de cette époque lointaine; on en a catalogué environ 1^{kg},7, en plusieurs morceaux, qui sont uniformément désignés comme provenant de Siratik, Bambouk, Sénégal. Il semble bien que cette indication ait pour origine première un récit de voyage de P. Compagnon, agent de la Compagnie du Sénégal, qui explora le Galam et le Bambouk de 1715 à 1717, récit publié en 1748 par Schwabe [8]. Comme il n'existe aucune localité du nom de Siratik, après avoir trouvé sur la carte de Buache qui accompagne le Voyage d'Adanson un point « Agnam, demeure du Siratik, roi des Peuls »; je me suis adressé à la compétence de M. Maurice Delafosse [9] qui m'a confirmé que Siratik ou Siratique (en mandingue *siratigui*, en peul *satigui* ou *saltigué*) est non pas une expression géographique, mais le titre donné aux rois peuls du Fouta Toro dont la dynastie régna de 1550 environ à 1776. Par conséquent, dire qu'un objet

---

(1) E. Bertrand, *Dictionnaire universel des fossiles propres et des fossiles accidentels*, 1763, p. 244.

(2) *Minéralogie*, II, 1774, p. 228.

(3) *Systema mineralogicum*, II, 1778, p. 233.

(4) *Eléments de Minéralogie docimastique*, II, 1777, p. 169. Plus tard, Chladni indique avoir vu un échantillon de ce fer à la Monnaie de Paris, dans la collection de Sage [*Bemerkungen über Gediegen-Eisenmissen* (*Ann. der Physik*, t. 20, 1815, p. 271)].

(5) *Cristallographie*, III, 1783, p. 166.

(6) *Manuel de Minéralogie ou Sciagraphie*, II, 1792, p. 152.

(7) Je n'ai pas trouvé trace de ces observations dans l'ouvrage de ce naturaliste : *Histoire naturelle du Sénégal*. Avec la relation abrégée d'un voyage fait en ce pays pendant les années 1749, 1750, 1751, 1752, 1753. Paris, 1757, in-4° (*Relation*, p. 1-190). La collection de météorites du Muséum renferme un petit fragment indiqué comme ayant été recueilli par lui et qui provient de la collection de Babinet.

(8) *Allgemeine Historie der Reisen zu Wasser und Lande*, Leipzig, II, 1748, p. 510. Un bloc de 30 livres aurait été vu plus tard par le Dr Schott dans le Bambouk. (Cf. Forster und Sprengel, *Beiträge zur Völker und Länder-Kunde*, Leipzig, I, 1781, p. 61-62).

(9) Cf. aussi Maurice Delafosse, *Haut Sénégal-Niger* (*Soudan français*), Paris, 1912, t. 1, p. 227.

vient du royaume *du* Siratik [et non *de* Siratik] équivaut à dire qu'il vient du Fouta sénégalais ([1]), région d'ailleurs distincte du Bambouk, qui se trouve au Sud-Est.

D'autre part, j'ai trouvé dans la collection d'Haüy un échantillon (120g) de fer nickelé présentant la forme d'un parallélépipède aplati, à angles droits émoussés, dont la forme fait comprendre la dénomination de fer cubique employée par Wallerius. Cet échantillon est indiqué, de la main d'Haüy ([2]), comme ayant été rapporté du Galam ([3]) par Mollien ([4]). En examinant à la loupe sa surface oxydée, noire, on y voit une inscription arabe, assez mal gravée, que M. Delafosse a bien voulu examiner et a interprétée de la façon suivante : « On pourrait transcrire *aççanaga*, ce qui serait, soit le nom mal orthographié des Sanâga ou Zenâga, Maures Berbères de la rive droite du Sénégal, soit plutôt le nom correct du royaume du Sanâga, qui correspondait au Oualo actuel (bas Sénégal) et qui a donné son nom au fleuve Sénégal; ce nom a persisté jusqu'à nos jours chez les Maures sous la forme Isongan. » La première de ces versions me paraît la plus vraisemblable, car dans son livre sur le Sénégal, Goldberry a fourni l'indication suivante ([5]) : « On rencontre dans ces solitudes [du Sahara], et pas loin de la rive droite du Sénégal ([6]), quelques roches très considérables de couleur noire contenant du fer vierge, isolé et dispersé. »

Il semble inutile de chercher à préciser davantage, car il est fort possible que les échantillons dont il s'agit proviennent de points différents, peut-être éloignés les uns des autres, et qu'ils aient été apportés du désert par des nomades sur les deux rives du Sénégal.

Ce qu'il faut retenir de cette discussion, c'est que, comme dans d'autres

---

([1]) Compagnon a d'ailleurs précisé, il parle de Doughel (probablement le village actuel de Douguel ou Dounguel dans l'île à Morfil, sur la rive gauche du Sénégal, entre Cascas et Diouldé-Diabé) et de Johel (sans doute Diohel).

([2]) Haüy le cite dans la deuxième édition de son *Traité de Minéralogie*, t. III, 1822, p. 533. Cet échantillon, qui avait été vu par Chladni (*Ueber Feuermeteore und über die mit derselben herabgefallenen Massen*, Wien, 1819, p. 335), a échappé depuis lors aux inventaires des météorites.

([3]) Le Galam est la partie du Fouta au milieu de laquelle se trouve Bakel.

([4]) G. Mollien, l'un des rescapés du naufrage de la *Méduse*, a fait un second voyage au Sénégal en 1818; mais il ne signale pas ce fer dans son *Voyage dans l'intérieur de l'Afrique aux sources du Sénégal et de la Gambie*, Paris, 2 vol. in-8°, 1820.

([5]) Goldberry, *Fragments d'un voyage en Afrique fait pendant les années* 1785, 1786 et 1787, Paris (an X), 1802, p. 291.

([6]) Cette même indication a été fournie pour les échantillons étudiés par de Bournon (*in* Howard, *Philosoph. Transact.*, t. 1, 1802, p. 211) qui avaient été rapportés par le général anglais O'Hara et qui sont actuellement au British Museum.

régions désertiques (Atacama, au Chili; Mexique), des blocs de fer météorique gisent à la surface du sol, aux deux extrémités du désert du Sahara, entre le Maroc et le fleuve Sénégal, et peut-être même au delà de celui-ci.

Il m'a paru utile d'attirer l'attention sur ce fait, afin de provoquer de nouvelles recherches. L'extrême sécheresse du climat désertique est la condition nécessaire à la conservation de ces fers extra-terrestres; la distribution de leurs points de chute n'étant liée à aucune condition géographique, il est bien vraisemblable que d'autres découvertes seront faites dans l'immensité du Sahara et elles présenteraient certainement un grand intérêt minéralogique; chacun des blocs étudiés jusqu'ici, provenant certainement de chutes différentes, présentent, en effet, des particularités elles-mêmes différentes (1). Il est vrai que la mobilité des dunes de sable du Sahara doit être un obstacle à la découverte des météorites dont la chute peut être très ancienne, mais les exemples qui viennent d'être donnés prouvent que cette difficulté n'est pas insurmontable, au moins quand les blocs sont de grandes dimensions.

Il est bien entendu que des recherches devraient être faites, non seulement dans le Sahara mauritanien, mais dans toute l'étendue du Sahara. D'ailleurs trois cas certains de fer météorique sont déjà connus dans le Sahara algérien (2); les deux premiers dans le Mzab, à Haniet-el-Beguel (E.S.E. de Ghardaïa) (3) et dans l'Erg, à Hassi Iekna, dans l'Oued Meguiden (4), entre El Goléa et Timmimoun, et le troisième (5), dans le Touat, à Tamentit.

---

(1) Le fer de N'Goureyma possède la structure octaédrique, avec particularités spéciales; celui du Sénégal est à structure grenue et appartient au groupe des *ataxites*. L'un des échantillons de la collection de British Museum a été rangé par Fletcher parmi les lithosidérites (*An Introduction to the Study of Meteorites*, London, 1908, p. 93), mais M. G.-T. Prior a annoncé récemment que sa partie pierreuse est constituée, non par de l'olivine, mais par une enclave de sable fondu [*Catalogue of Meteorites* (*British Museum*), 1923, p. 166], ce qui implique qu'il a été fondu artificiellement; cette dernière conclusion s'applique au petit fragment que possède la collection des météorites du Muséum dont il est question plus haut [p. 358, note (7)].

(2) La collection du Muséum possède ces deux échantillons.

(3) Trouvé à 5^m de la surface en fonçant un puits dans le sable. Cf. DAUBRÉE, *Comptes rendus*, t. 108, 1889, p. 930.

(4) Chute observée un peu antérieurement à 1890. Cf. STANISLAS MEUNIER, *Ibid.*, t. 115, 1892, p. 53.

(5) Ce fer a été vu, mais non étudié, par G. Rohlfs dans la kasbah de Tamentit (*Petersm. Mitteil.*, 1865, II, p. 409); M. E. Gautier m'a dit l'avoir vu lui-même; il pense, d'après les traditions locales, que sa chute date du XIIIe siècle : ce fer est l'objet de la vénération des indigènes.

PLIS CACHETÉS.

M. **Victor Boulez** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 20 mai 1895 et inscrit sous le n° 5123.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une Note intitulée : *De l'emploi de l'hyposulfite de soude, sulfure de sodium et corps se comportant de la même façon pour empêcher le rancissement du savon.*

CORRESPONDANCE.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'énergie mise en jeu dans la phosphorescence.* Note [1] de M. **A. A. Guntz**.

Les sulfures de zinc phosphorescents très lumineux et les sulfures de zinc et de cadmium que nous avons préparés [2] peuvent fournir les éléments d'une réponse à la question suivante :

Quelle est l'énergie totale dégagée sous forme lumineuse par un corps phosphorescent depuis le moment où il est insolé jusqu'à la cessation de l'émission?

Les expériences et calculs que j'ai été amené à faire pour obtenir le résultat cherché et dont les détails paraîtront dans un autre recueil peuvent se résumer comme suit :

1° Mesures photométriques de l'intensité de la phosphorescence en fonction du temps.

2° Intégration de la courbe de décroissance pour obtenir l'intensité totale I_A.

3° Transformation de l'intensité apparente I_A en intensité vraie I_V en tenant compte de la sensibilité de l'œil S_λ très différente pour les diverses

(1) Séance du 21 juillet 1924.

(2) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1356, et t. 177, 1923, p. 478.

radiations dont les intensités sont mesurées dans les diverses régions du spectre. Soit I_λ l'intensité pour la longueur d'onde λ.

$$\frac{\int_0^\infty i_\lambda S_\lambda \, d\lambda}{\int_0^\infty i_\lambda S_\lambda}$$

représente l'efficacité lumineuse E de la lumière de phosphorescence, la relation $I_A = I_V E$ permet d'obtenir I_V intensité vraie.

4° Calcul de l'intensité vraie en unités d'énergie ergs ou calories à partir de la valeur en bougies-secondes.

5° Détermination de l'épaisseur théorique de la couche qui, s'il n'y avait absorption, émettrait la même énergie lumineuse par centimètre carré que la pellicule expérimentée.

6° Réduction de l'énergie obtenue au gramme de matière phosphorescente.

7° Évaluation de la quantité minima de métal phosphorogène et calcul de l'énergie rapportée à l'atome-gramme et à l'atome du phosphorogène, en utilisant le nombre d'Avogadro. (Le cuivre est le phosphorogène à la concentration 10^{-5}.)

Le tableau suivant groupe les résultats successifs que j'ai obtenus :

Sulfure de zinc et de cadmium.

	CdS 0 %.	CdS 12 %.	CdS 20 %.	CdS 30 %.
Intensité totale I_A (en microbougies sec. par cm²)	24774	19770	10268	4504
Efficacité lumineuse	0,755	0,773	0,710	0,605
Intensité vraie I_V	32813	25576	14462	7446
Intensité (en ergs)	6678	5203	2940	1528
Intensité (en microcalories par cm²)	159,6	124,3	70,3	36,5
Intensité pour 1g (en calories-grammes)	0,0035	0,0027	0,0015	0,0008
Intensité pour 1 atome-gramme du phosphorogène (en grandes calories)	22,5	17,6	9,9	5,1
Intensité (en quantum d'énergie pour 1 atome du phosphorogène)	0,42	0,34	0,20	0,11

La succession des calculs tous plus ou moins approchés entraîne dans le résultat final une incertitude telle que l'on ne peut y voir qu'un ordre de grandeur.

Il est cependant intéressant d'observer que l'énergie mise en jeu est com-

parable à celle d'une réaction chimique si l'on ne considère que le phosphorogène comme métal actif et qu'elle est au contraire extrêmement faible si l'on fait intervenir la totalité des molécules du diluant.

Lenard et Hausser (¹) ont fait sur le sulfure de calcium phosphorescent, en employant une pile photo-électrique pour mesurer l'énergie émise, une suite de calculs assez analogues comportant également des approximations. Ces auteurs donnent finalement le chiffre de quatre quanta par atome de bismuth, métal phosphorogène dans le cas étudié.

L'écart entre cette valeur et celles que j'ai obtenues peut être expliqué d'abord en remarquant la quadrivalence du bismuth vis-à-vis de la bivalence du cuivre, ensuite par les différences propres aux sulfures expérimentés.

A la température ordinaire où ont été faites mes expériences ainsi que celles de Lenard et Hausser, le sulfure de zinc ne prend pas toute l'énergie qu'il est capable d'emmagasiner; à la température de l'air liquide il est capable d'une absorption plus grande, ainsi que l'expérience suivante le montre.

Si l'on insole à la température ordinaire du sulfure de zinc et qu'on le plonge aussitôt dans l'air liquide, la phosphorescence disparaît; si l'on effectue alors une deuxième insolation à cette basse température, une quantité nouvelle d'énergie est chargée et se dégage cette fois à la température même de l'air liquide; la première énergie, au contraire, continue à rester latente et réapparaît seulement par réchauffage. L'intensité de la phosphorescence et sa durée à la température de l'air liquide sont comparables à celles obtenues à la température ordinaire, et même supérieures pour les sulfures de zinc et de cadmium; l'énergie totale possible est donc plus forte que celle que l'on déduit des mesures faites à la température ordinaire.

Avec le sulfure de calcium, au contraire, on constate qu'il n'y a point acquisition nouvelle d'énergie aux basses températures; la température ordinaire est donc pour lui une température basse, comme le confirme aussi les courbes de fluorescence tracées en fonction de la température de M. Curie (²).

En résumé, on peut admettre que l'énergie mise en jeu dans la phosphorescence du sulfure de zinc semble avoir pour support le phosphorogène,

---

(¹) *Heidelberg Akad.* A. 12, 1912, p. 33.

(²) M. Curie, *Thèse de Doctorat*, 1923

seul ou associé avec quelques molécules du diluant et que sa valeur peut être évaluée aux environs d'un à deux quanta au maximum par atome de phosphorogène.

La séance est levée à 15^h40^m.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant le premier semestre 1924. (*Suite et fin.*)

Scientific (A) Survey of Turners Lake Isle-au-Haut (Maine). Albany.
Smithsonian Miscellaneous Collections. Washington.
Société des ingénieurs civils de France; procès-verbal. Paris.
Société des Nations; journal officiel. Genève.
Société roumaine des sciences. Bucuresti (Bucarest).
Souvenir français (le). Paris.
Statistique mensuelle du commerce extérieur de la France Paris.
Studies from the Biological Stations. Toronto. Vancouver.

Technique moderne. Paris.
Tijdschrift voor indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Batavia.
Tôhoku journal of experimental medicine. Sendaï.
Tôhoku Mathematical Journal (the). Sendaï.
Trabajos del laboratorio des investigaciones fisicas. Madrid.
Transactions of the American Mathematical Society. New-York.
Tribune juive (la). Paris.
Tribune médicale (la). Paris.

United States Geological Survey; mineral resources of the United states. Washington.

Vers, la santé. Paris.

Weekly Weather Report of the Meteorological Office. London.

Year-book of the Royal Society of London. London.

Zahranicni Obchod Republiky Ceskoslovenské. Praha.